

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-21276

(43)公開日 平成6年(1994)1月28日

(51)Int. Cl. ⁵
H01L 23/36

識別記号

F I

H01L 23/36

C

審査請求 未請求 請求項の数 5 (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平5-115190

(22)出願日 平成5年(1993)4月20日

(31)優先権主張番号 871776

(32)優先日 1992年4月21日

(33)優先権主張国 米国 (U S)

(71)出願人 390009597

モトローラ・インコーポレイテッド

MOTOROLA INCORPORATED

アメリカ合衆国イリノイ州シャンバーグ、
イースト・アルゴンクイン・ロード1303

(72)発明者 ベネット・エー・ジョイナー・ジュニア
アメリカ合衆国テキサス州オースチン、カ
バナ・レーン12219

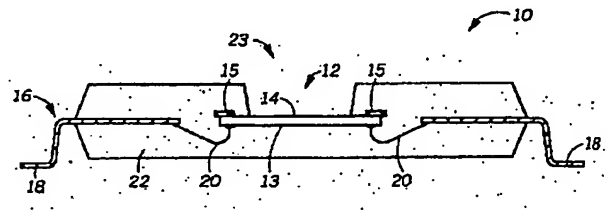
(74)代理人 弁理士 本城 雅則 (外1名)

(54)【発明の名称】熱強化型半導体素子およびその製造方法

(57)【要約】

【目的】 半導体ダイのフラグとの界面を減少し、更にドロップ・イン (drop-in) ヒートシンクを設けて、熱的性能を向上させたことに加えて、基板実装中のパッケージ亀裂に対する抵抗力を強化させた成形型半導体素子 (24) を提供する。

【構成】 半導体ダイ (12) を、開口を備えたフラグ (15) を有するリードフレーム (16) 上に実装して、ダイの不活性表面 (14) の大部分を露出させる。ダイ (12) とフラグ (15) との間の界面接触領域を減少させることにより、剝離が生じる領域を制限、基板実装中にパッケージに亀裂が発生する危険性を低減する。封入材 (22) がパッケージ本体を形成し、このパッケージ本体が開口 (23) を包囲して、半導体ダイ (12) の不活性表面の大部分を露出させる。半導体パッケージを印刷回路基板に実装した後、ヒートシンク (26) を前記開口に挿入し、ヒートシンクを直接ダイに結合する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 活性表面 (1 3) と、不活性表面 (1 4) と、周辺とを有する半導体ダイ (1 2) であって、前記活性表面上に複数のボンディング・パッドを有する、前記半導体ダイ；複数のリード (1 8) と、ダイ開口

(6) を備えた実装表面 (1 5) とを有するリードフレーム (1 6) であって、前記ダイ開口は前記半導体ダイより小さく、前記半導体ダイの不活性表面の第 1 部分を、前記ダイ開口上の前記リードフレームの実装表面に、接合してあり、これにより前記半導体ダイの不活性表面の第 2 部分を露出させた、前記リードフレーム；前記半導体ダイの活性表面上の複数のボンディングパッドを、前記リードフレームの複数のリードに、電気的に結合する複数の導電ワイヤ (2 0) ；および前記周辺の周りで、前記活性表面上、および前記半導体ダイの不活性表面の前記第 1 部分、前記ワイヤ、および前記リードフレーム上において、パッケージ本体を形成する封入材 (2 2) であって、前記パッケージ本体は、前記半導体ダイの不活性表面の前記第 2 部分を露出させる開口 (2 3) を包囲するようにした、前記封入材；から成ることを特徴とする熱強化型半導体素子 (1 0) 。

【請求項 2】 活性表面 (1 3) と、不活性表面 (1 4) と、周辺とを有する半導体ダイ (1 2) であって、前記活性表面上に複数のボンディング・パッドを有する、前記半導体ダイ；複数のリード (1 8) と、ダイ開口

(6) を備えた実装表面 (1 5) とを有するリードフレーム (1 6) であって、前記ダイ開口は前記半導体ダイより小さく、前記半導体ダイの不活性表面の第 1 部分を、前記ダイ開口上の前記リードフレームの実装表面に、接合してあり、これにより前記半導体ダイの不活性表面の第 2 部分を露出させた、前記リードフレーム；前記半導体ダイの活性表面上の複数のボンディングパッドを、前記リードフレームの複数のリードに、電気的に結合する複数の導電ワイヤ (2 0) ；および前記周辺の周りで、前記活性表面上、および前記半導体ダイの不活性表面の前記第 1 部分、前記ワイヤ、および前記リードフレーム上において、パッケージ本体を形成する封入材 (2 2) であって、前記パッケージ本体は、前記半導体ダイの不活性表面の前記第 2 部分を露出させる開口 (2 3) を包囲するようにした、前記封入材；前記半導体ダイの不活性表面に取り付けられた熱伝導性ヒートスプレッド (2 6) であって、前記封入材によって封入されていない前記ヒートスプレッド；から成ることを特徴とする熱強化型半導体素子 (1 0) 。

【請求項 3】 活性表面 (3 4) と、不活性表面 (3 6) と、周辺とを有する半導体ダイ (3 2) であって、前記活性表面上に複数のボンディング・パッドを有する、前記半導体ダイ；複数のリード (3 8) を有する、フラグレス (f l a g l e s s) リードフレーム (4 0) であって、前記複数のリードのある数のものが前記半導体ダイ

の活性表面 (3 4) 上に、その周辺に沿って実装されており、前記複数のリードは前記半導体ダイの活性表面上の前記複数のボンディングパッドに、選択的に電気的に結合されており、および前記半導体ダイの不活性表面を露出させている、前記リードフレーム；および前記周辺および前記活性表面を含む前記半導体ダイ、および前記リードフレームの周りにパッケージ本体 (4 4) を形成する封入材であって、前記パッケージ本体が、前記半導体ダイの不活性表面の少なくとも大部分を露出させる開口 (4 6) を包囲するようにした、前記封入材；から成ることを特徴とする熱強化型半導体素子 (1 0) 。

【請求項 4】 活性表面 (5 2) と、不活性表面 (5 4) と、周辺とを有する半導体ダイ (5 0) であって、前記活性表面上に複数のボンディング・パッドを有する、前記半導体ダイ；前記半導体ダイの不活性表面 (5 4) の第 1 部分に、その周辺に沿って実装された複数のリード (5 6) を有し、これによって前記不活性表面の第 2 部分を露出させるようにしたフラグレス・リード・フレーム (5 8) であって、前記複数のリードを、選択的に、前記半導体ダイの活性表面上の複数のボンディング・パッドに電気的に結合するようにした、前記フラグレス・リード・フレーム；および前記周辺、前記活性表面、および前記不活性表面の第 1 部分を含む半導体ダイ、並びに前記リードフレームの周りにパッケージ本体 (6 2) を形成する封入材であって、前記パッケージ本体が、前記半導体ダイの不活性表面の前記第 2 部分を露出させる開口 (6 4) を包囲するようにした、前記封入材；から成ることを特徴とする熱強化型半導体素子 (1 0) 。

【請求項 5】 活性表面 (1 3) 、不活性表面 (1 4) および周辺を有する半導体ダイ (1 2) を備えるステップ；ダイ実装領域 (1 5) および複数のリード (1 8) を有するリードフレーム (1 6) を備えるステップ；前記半導体ダイを、前記ダイ実装領域に実装し、前記ダイ実装領域が、前記半導体ダイ周辺の周りで、前記不活性領域の第 1 部分を支持し、前記半導体ダイの不活性表面の第 2 部分を露出させるステップ；前記半導体ダイを、前記リードフレームの複数のリードに、電気的に結合するステップ；および前記周辺の周りで、前記半導体ダイの前記活性表面上、および不活性表面の前記第 1 部分上、並びに前記リードフレームの周りに、パッケージ本体 (2 2) を成形し、前記半導体本体が、前記半導体ダイの不活性表面の前記第 2 部分を露出させる開口 (2 3) を包囲するステップ；から成ることを特徴とする熱強化型半導体素子 (1 0) を製造する方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【産業上の利用分野】 本発明は、一般的に半導体素子に関し、より詳しくは、裸シリコン (b a r e s i l i c o n) を露出し、熱放散構造を備えたパッケージを有する半導体素子に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】成形された半導体パッケージは、一般的に、金属リード・フレームのフラグ (f l a g) 上に実装された半導体ダイを備えており、この半導体ダイをワイヤボンドによって金属リード・フレームのリードに、電氣的に接続している。そして、リードの末端を除いて、これら半導体ダイ、ワイヤボンド及びリードフレームを、プラスチック内に封入する。この種のパッケージには固有のいくつかの問題がある。これらの問題には、パッケージが多くの材料の界面を有すること、及び気相 (v a p o r p h a s e) 及び半田ディップ中にパッケージの亀裂が生じやすいことが含まれている。

【 0 0 0 3 】成形された半導体パッケージに対してよく行なわれる試験は、半導体パッケージを水分即ち水蒸気で飽和させ、続いてある短い時間間隔の間、半田付け温度以上で溶媒の蒸気または液体半田のいずれかに浸漬させるものである。現在使われているいくつかのプラスチック成形パッケージの吸水性 (w a t e r a b s o r p t i o n) は、0. 4 % の重量増加で、測定されている。この水分は、急激な加熱で蒸気化し、蒸気圧の急速な上昇を結果として招く。この内部蒸気圧の急激な上昇の結果、パッケージに亀裂が生じることになる。この試験は、通常材料の界面に生じるパッケージの隙間に、凝縮水 (c o n d e n s e d w a t e r) があると、特に破壊的なものとなる。成形品が完璧であっても、形成化合物、実装用フラグ、およびシリコン・ダイ間の熱膨張の差に起因する、パッケージ内の機械的応力の結果として、隙間が生成されることがある。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】成形化合物内の亀裂は、ダイとフラグ角部に発生し、一方分離は、ダイとフラグ、及びフラグと成形化合物との間に発生している。また、ダイ接合領域に隙間が発生するのも、一般的なことである。成形半導体パッケージ内の亀裂及び分離は、それらがワイヤボンドだけでなくダイにも損傷を与える原因になる点において、特に有害である。また、大量の応力が、半導体ダイ、特に亀裂がプラスチックの成形化合物全体に伝播する際に、側部及び角部において作用するのが一般的である。したがって、亀裂の伝播を妨げる、成形半導体パッケージを有することが望まれている。更に、材料の界面数を最少にして、そこに含まれる隙間の数を減少させることも、有益である。

【 0 0 0 5 】成形半導体パッケージを用いる場合に一般的に見いだされる別の問題は、熱放散の問題である。プラスチック性パッケージ本体内に取り込まれた熱は、種々の材料の熱膨張係数の不整合による温度サイクル損傷、並びに素子の性能を損なう原因となる。ヒートシンクは、熱放散のために熱路を改善するものである。成形半導体パッケージにヒートシンクを組み込む 1 つの方法は、半導体ダイを直接ヒートシンクに実装することであ

る。この構造体を、次に金属リードフレームに実装し、ヒートシンクが嵌合するような大きさにした開口を、リードフレームのフラグに設ける。これで、半導体ダイをリードフレームのリードに、通常の方法でワイヤボンドすることができる。封入材を、ダイ、ヒートシンク及びリードフレーム構造体全体の回りに成形する。ヒートシンクの底部は封入材で封入されないが、この封入材によって形成されたパッケージ本体の底部と同じ面上になる。この方法の主な欠点は、ヒートシンクを半導体パッケージ内に成形するので、組立工程後には、特定のユーザの要求に対してヒートシンクを変更するいかなる柔軟性も、排除してしまうことである。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、半導体ダイ、リードフレーム、複数の導線、及び封入材を有する、半導体素子が提供される。半導体ダイは、活性面、不活性面、周辺、及び活性面に複数のボンディング・パッドを有する。リードフレームは、複数のリードと、半導体ダイよりも小さいダイ開口を有する実装表面とを有する。半導体ダイの不活性面の第 1 部分は、ダイ開口上でリードフレームの実装表面に接合されており、これによって、半導体ダイの不活性表面の第 2 部分を露出している。複数の導線が、半導体ダイの活性表面上の複数のボンディング・パッドを、リードフレームの複数のリードに、電氣的に結合している。封入材は、半導体ダイの周辺、活性表面上、及び不活性表面の第 1 部分を形成しており、パッケージ本体が、半導体ダイの不活性表面の第 2 部分を露出する開口を、包囲している。これらの及びその他の特徴、および利点は、添付図面に関連してなされた以下の詳細な説明から、より明白に理解できよう。例示は原寸に合わせて描く必要はなく、そして具体的に例示されていない本発明の他の実施例もあることを指摘しておくのは、重要なことである。

【 0 0 0 7 】

【実施例】本発明を用いれば、成形プラスチック半導体パッケージにおいて亀裂の伝播を防止し、材料の界面数を減少させ、かつ熱放散のための良好な熱路を設けるといふ、前述の望ましい構造を満足することが可能である。本発明は、半導体ダイのフラグ材との界面を減少させ、挿入可能なヒートシンクを備えた、成形プラスチック半導体素子を可能とするものである。更に、本発明はその製造方法も提供する。

【 0 0 0 8 】本発明の 1 要素であるリードフレーム 2 の上面図を、図 1 に示す。リードフレーム 2 は、ダイ開口 6 を有する実装表面 4 を有している。この実装表面の形状は、典型的にウインド・フレーム・フラグと呼ばれている。リードフレーム 2 は、また、半導体ダイ (図示せず) と電氣的接続を行なうための複数のリード 7、および実装表面 4 を支持するための複数のバー 8 を有している。

【0009】本発明による半導体素子10の完成品を図2に示す。半導体ダイ12は、活性表面13および不活性表面14を有しており、典型的に伝導性充填エポキシのような伝導性接着材を用いて、リードフレーム16の10 実装表面15に取り付けられている。実装表面15は、半導体ダイ12より小さなダイ開口を有する。半導体ダイ12はウインド・フレーム・フラグとも呼ばれており、半導体ダイ12の実装表面15との界面のみが、半導体ダイ12の不活性表面14の周辺を取り囲むようになっている。リードフレーム16も、銅、銅合金、鉄ニッケル合金、またはその他の金属のような、熱伝導性材質で作られている。リードフレーム16は、複数のリード18を有しており、各々が半導体ダイ12に隣接しかつその末端に端部を有する。これらのリードは、ダイに電気的に結合されている。図示のように、ワイヤボン20 ュド20を用いて、リード18の隣接する端部を、半導体ダイ12の活性表面13のボンディング・パッド（図示せず）に結合している。ワイヤボン20は、金、銅、アルミニウム、またはこれらの物質の合金から成るものである。

【0010】図2に示すように、半導体ダイ12の活性表面13、リード18の隣接する端部、ワイヤボン20、実装表面15、および半導体ダイ12の不活性表面14の部分を、封入材22によって、封入する。封入材22は、典型的に、例えばフェノール樹脂系エポキシ（phenolic epoxy）、ノボラック樹脂（novolac resin）またはその他の成形化合物樹脂のような熱硬化性樹脂である。図2に示すように、封入材22は、半導体ダイ12の不活性表面14を完全に封入しておらず、パッケージ本体の開口23を30 取り囲んで不活性表面14の一部分を露出させている。開口23は、ボス（boss）または台座を成形工具に付加えることによって形成することができる。この構造にはいくつかの利点がある。半導体ダイとフラグとの間の物質界面を少なくして、ダイ周辺の回りのみで接触させている。半導体素子が応力を受けると、典型的に、剝離または分離がこの界面に発生する。そして、水分がこの剝離した領域に入り込み、パッケージの「ポップコーン状のふるまい（popcorn performance）」を誘発する可能性がある。パッケージの内側に40 少しでも水分があると、気相または半田リフロー処理に関連する急速な加熱で、この水分が蒸発し、蒸気圧が急激に上昇する。この内部蒸気圧の急上昇によって、結果的にパッケージに亀裂が発生することになる。半導体ダイを、ダイ開口を備えたフラグ上に実装することによって、剝離が起こり得る表面領域が狭くなる。更に、ダイ開口が圧力抜き出し路として作用し、気相または半田リフロー処理中、水分がパッケージからでて行くことになる。内部蒸気圧をパッケージ本体の開口を介して放出することができるので、本発明のプラスチック半導体パッ

ッケージは、亀裂もポップコーン現象も起こすことがない。

【0011】本発明の別の実施例を、図3に示す。ここに示すのは、図2に示した第1実施例と実質的に同一要素を備え、更にヒートシンク26を取り付けた、半導体素子24の断面図である。ヒートシンク26は、金属または金属複合材のような高熱伝導率を有する物質で構成されている。好ましくは、ヒートシンク26を、アルミニウムを充填したポリマで構成する。しかしながら、アルミニウム、銅、金等、およびこれらの合金等の、高熱伝導率を有する他の金属を用いることもできる。加えて、融解シリカ、窒化硼素等のような、非金属熱伝導材を、ヒートシンク26の充填材として用いることもできる。ヒートシンク26は、複数の冷却用フィン28を有しており、ヒートシンク26の熱消散効果を高めている。10°C/Wの熱抵抗を有するように計算された本発明と比較すると、ヒートシンクのない標準的なプラスチックの28ミリ角の正方形パッケージに対する熱抵抗は、40°C/Wと評価され、一方上表面が平坦なヒートシンクを有する同一パッケージを32°C/Wと評価された。熱抵抗が低い程、良好な熱消散を示すことになる。ヒートシンク26を、パッケージ本体22の輪郭と一致する形状に形成して、ヒートシンク26がパッケージ本体22を直接覆うようにしており、ヒートシンクの挿入可能部分は、パッケージ本体22の開口23に嵌合されている。ヒートシンク26は、熱伝導性接着剤で、半導体ダイ12の不活性表面14に直接取り付けられている。代替案として、ヒートシンク26を、熱グリース（thermal grease）を用いて半導体ダイ12の不活性表面に結合し、クリップ（図示せず）で所40 定位置に固着することもできる。また、半導体素子を既に基板に実装した後に、ヒートシンク26をパッケージ本体22の開口23内に挿入することが好ましいが、これは、ヒートスプレッドの熱に関する利点を得ることに加えて、ポップコーン現象（popcornning）に対する利点も保持することができるからである。必要なのは、半導体素子の動作中にのみヒートシンクに熱を放散させることである。したがって、印刷回路基板に実装後にヒートシンクを取り付けることによって、熱放散を強化するためのヒートシンクを有することに加えて、図2に示す第1実施例の全ての利点を、ユーザにもたすことができる。更に、ヒートシンクをエンドユーザの居所で挿入することにより、ユーザは、彼の要求を最も満たすヒートシンク材および外形を選択する柔軟性を有することになる。例えば、ヒートシンクをパッケージ本体より大きくしてもよい。

【0012】本発明の別の代替案を図4に示すが、ここでは多くの要素が図2に示した第1実施例と実質的に同一である。図4に示されているのは、半導体ダイ32を備えたLOC（リードオンチップ）半導体素子30の断

面であり、この半導体素子 3 0 は、活性面 3 4 と不活性面 3 6 とを有し、リードフレーム 4 0 の複数のリード 3 8 上に実装されている。活性表面 3 4 を、典型的に両面ポリイミッド・テープまたは熱伝導性エポキシで、複数のリード 3 8 に取り付け。ワイヤボンダ 4 2 を用いて、リード 3 8 の隣接する端部を、半導体ダイ 3 2 の活性表面上のボンディングパッド（図示せず）に結合する。半導体ダイ 3 2 の活性表面 3 4、リード 3 8 の隣接端部、ワイヤボンダ 4 2、および半導体ダイ 3 2 の不活性表面のせいぜい一部を、封入材 4 4 で封入する。図 4 に示すように、封入材 4 4 は、半導体ダイ 3 2 の不活性表面を完全に封止してしまうのではなく、半導体本体内の開口 4 6 を包囲して、不活性表面 3 6 の少なくとも一部を露出するようにしている。この開口 4 6 内のヒートシンクを、図 3 に示した本発明の第 2 実施例と同様に、半導体ダイ 3 2 の不活性表面 3 6 の露出された部分に、取り付けることも可能である。

【0013】図 5 は、図 4 に示した実施例と実質的に同様な別の実施例であるが、1 つの大きな相違がある。図 5 に示すように、活性表面 5 2 および不活性表面 5 4 を有し、リードフレーム 5 8 の複数のリード 5 6 上に実装されている、半導体ダイ 5 0 を備えた COL（チップオンリード）半導体素子 4 8 の断面が示されている。不活性表面 5 4 は、典型的に両面ポリイミッド・テープまたは熱伝導性エポキシによって、複数のリード 5 6 に取り付けられている。ワイヤボンダ 6 0 を用いてリード 5 6 の隣接端部を、半導体 5 0 の活性表面 5 2 上のボンディング・パッド（図示せず）に結合している。封入材 6 2 がパッケージ本体を形成し、開口 6 4 を包囲して、不活性表面 5 4 の少なくとも一部を露出させている。ここでもまた、開口 6 4 内のヒートシンクを、不活性表面 5 4 の露出された部分に取り付けることが可能である。

【0014】以上の説明およびここに含まれる例示は、本発明に関連する多くの利点を実際に示したものである。特に、半導体ダイをリードフレームのウインド・フレーム・フラグ上に実装し、パッケージ本体をダイ、フラグおよびリードフレームの周りに成形し、パッケージ本体が半導体ダイの不活性表面の一部を露出させる空乏を備えることによって、気相または半田ディップ中のパッケージの亀裂に対する抵抗力を強化することができる。更に、ヒートシンクをパッケージ本体の前記空乏内に挿入して、それを半導体ダイに直接結合することもでき、これによりヒートシンクの熱消散効果を高めることができる。更に他の利点は、本発明では、半導体素子を既に基板に実装した後に、ユーザの所在地でヒートシンクを取り付けることができ、ユーザには、パッケージと共に用いるヒートシンクの種類についての柔軟性を、向上させることができることである。

【0015】本発明を、その具体的な実施例を参照して記載し図示してきたが、本発明がそれらの例示した実施

例に限定されることを、意図しているのではない。本発明の精神から逸脱せずに、改造および変更が可能なことは、当業者であれば認めるであろう。例えば、TAB テープを、リードフレームの代りに用いて、半導体ダイを支持することもできる。更に、本発明は、冷却用フィンを有するヒートシンクのような、特定のヒートスプレッド形状に限定されるものではない。挿入可能な部分を有するいかなる形式のヒートシンクでも、本発明において受け入れることができる。したがって、本発明は、添付の特許請求の範囲の範疇に属するそのような変化変容を全て包含することを、意図するものとする。

【0016】

【発明の効果】本発明によれば、半導体ダイとフラグ材との界面を減少し、挿入可能なヒートシンクを備えて、先に述べた必要性および利点を完全に満足する、成形プラスチック半導体素子が提供された。

【図面の簡単な説明】

【図 1】ウインド・フレーム・フラグとも呼ばれるダイ開口を備えた実装表面を有するリードフレームの上面図。

【図 2】熱伝導性ヒート・スプレッドを挿入し、それを直接半導体ダイに結合するための開口をパッケージ本体に有する、成形プラスチック半導体素子断面図であり、半導体ダイがダイ開口を有するフラグ上に実装されていることを示す図。

【図 3】半導体ダイに直接取り付けられた熱伝導性ヒート・スプレッドを挿入した、成形プラスチック半導体素子の断面図であり、半導体ダイがダイ開口を有するフラグ上に実装されていることを示す図。

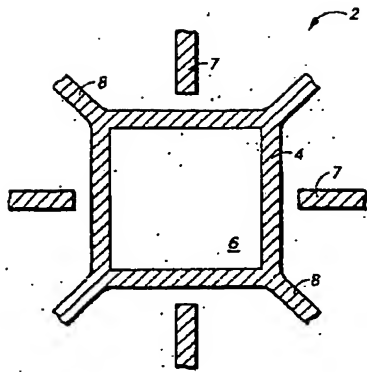
【図 4】熱伝導性ヒート・スプレッドを挿入し、それを半導体ダイに直接結合するための開口をパッケージ本体に有する、成形 LOC（Lead on Chip）プラスチック半導体素子の断面図。

【図 5】熱伝導性ヒート・スプレッドを挿入し、それを半導体ダイに直接結合するための開口をパッケージ本体に有する、成形 COL（Chip on Lead）プラスチック半導体素子の断面図。

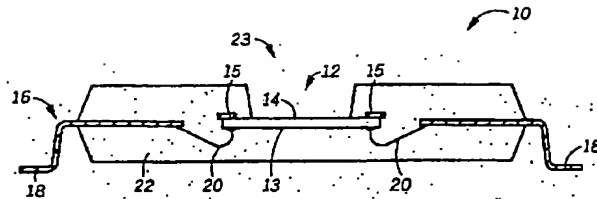
【符号の説明】

- 1 2 半導体ダイ
- 1 3 活性表面
- 1 4 不活性表面
- 1 5 フラグ
- 1 6 リードフレーム
- 1 8 リード
- 2 0 導電ワイヤ
- 2 2 封入材
- 2 3 開口
- 2 4 成形型半導体素子
- 2 6 ヒートシンク

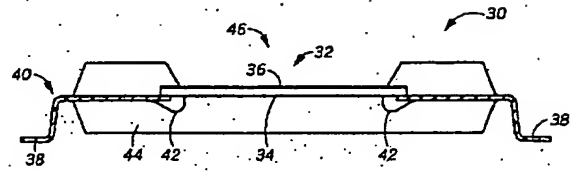
【図 1】



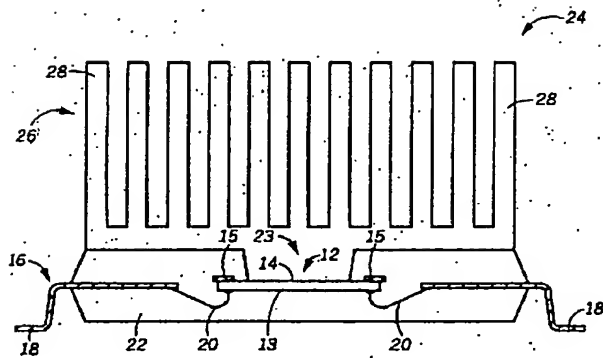
【図 2】



【図 4】



【図 3】



【図 5】

